Opuscula Zoologica

Herausgegeben von der Zoologischen Staatssammlung in München

Nr. 82 15. Dezember 1965

(Aus der Limnologischen Station Niederrhein
in der Max-Planck-Gesellschaft in Krefeld-Hülserberg)

Aphorismen zum Bau des Libellenflügels auf Grund seiner Autoradiographierung mit $Na_2{}^{35}SO_4$ und zum Sitz der Flügelpigmente

Von **Paul Münchberg**[1])

Bei den Insektenflügeln (vgl. u. a. Weber 1933, 135; 1954, 68; Eidmann 1941, 90) handelt es sich um flächenhafte paranotale Ausstülpungen des Notums, von denen die obere Hautduplikatur in das tergale und die untere in das pleurale Integument übergehen. Diese festen und widerstandsfähigen Gebilde, welche mit dem Körper gelenkig verbunden sind, ermöglichen den Trägern über mächtige und direkt an den starken Längsadern innervierende Muskeln sich in den Luftraum zu erheben. Bei den Odonaten werden sie durch eine Reihe von stark sklerotisierten Längs- und durch weit zahlreichere Queradern — auf Grund der Nomenklatur von Comstock und Needham (s. Weber 33, 138) folgen erstere den Tracheenstämmen — in ein dichtes Maschenwerk von Feldern und Zellen zerlegt. Im Libellenflügel zeigt sich nun, daß es in dessen ausgebildetem Zustand ähnlich wie bei den Flugwerkzeugen anderer Insektenordnungen weitgehend zu einer Reduktion und zum Verschwinden der die Cuticularmembranen verbindenden Epidermisbildungen gekommen ist. Die cuticularen Chitinlamellen erscheinen, von den häufig und zerstreut adhärierenden Artefakten von fadenförmiger und variabler Beschaffenheit abgesehen, bei adulten Libellen homogen und fast strukturlos[2]). Reste von den Epidermiszellen sind beim Odonatenflügel am ehesten noch an dessen Geäder auszumachen, wo sie für die die Flügelflächen stützenden und spannenden Rippen das verbindende Element der oberen und unteren „Flügelhaut" abgeben. Es muß hier noch offen gelassen werden, ob diese Rückbildung der Grundmembran bei den Libellen ursprünglich ist oder aber als eine Folge der Ausbreitung der Flügelanlagen bei der juvenilen Imago betrachtet werden darf, welche durch Aufblähung erreicht wird und vor der Erhärtung des Chitins abgeschlossen sein muß. Die Odonaten scheinen hinsichtlich der Persistenz der Epidermisbildungen — sie darf stellenweise wenigstens im Bereich des

[1]) Die Untersuchungen sind finanziell durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert worden.

[2]) Die bei juvenilen Odonaten an Hand von Querschnitten fibrillär erscheinende Struktur des Chitins der Flugwerkzeuge geht bei dessen Erhärtung verloren.

Geäders postuliert werden — und Reduktion eine Art Mittelstellung zwischen den Lepidopteren und Coleopteren einerseits und den Orthopteren und den Neuropteren (betreffs der Verhältnisse bei den *Myrmeleonidae* s. Weber 33, 66) einzunehmen.

Der von den cuticularen Chitinlamellen der Flugwerkzeuge eingeschlossene Binnenraum des Libellenflügels steht — besonders deutlich innerhalb des Maschenwerkes der zahlreichen Adern — mit der Leibeshöhle in Verbindung. Diese Tatsache kann wohl selten schöner als durch die Sichtbarmachung der in diesem „Röhrennetz" zirkulierenden Hämolymphe mit radioaktiven Mitteln zum Ausdruck gebracht werden (s. Abb. 1 u. 2). Durch diesen Umstand und durch die erst bei einer mikroskopischen Betrachtung der in den großen Längsadern erkennbaren Tracheen — sie sind allerdings wegen der starken Chitinisierung und Pigmentierung nicht überall leicht aufzufinden — wird belegt, daß wir es bei diesen dorsolateralen Körperanhängen nicht mit toten, sondern lebenden Gebilden zu tun haben. Die Zirkulation der Hämolymphe in den Flügeln ist für ihre chitinöse Versteifung und gleichzeitig für ihre permanente elastische Beschaffenheit eine unerläßliche Voraussetzung (Wigglesworth 1959, 421). Die Durchblutung, dann die Innervierung mit Tracheen und Nerven, ist bei den Odonaten wie bei anderen pterygoten Insektengruppen noch aus einem anderen Grunde erforderlich. Bei den sich hemimetabol entwickelnden Libellennymphen werden die Flügelanlagen als von Häutung zu Häutung größer werdende Auswüchse des Notums angelegt. Die in diesen Imaginalscheiden schon ausgebildeten und fallschirmartig zusammengefalteten Flugwerkzeuge mit all ihren Differenzierungen müssen nach der Ekdysis ausgebreitet

Abb. 1: Das Negativ einer Autoradiographie der Flügel eines juvenilen ♂ von *Libellula depressa* L. Aktivität der $Na_2{}^{35}SO_4$-Lösung 10 m C, injiziertes Quantum ca. 0,05 ml. Das radioakt. Nuklid am 25. Tage nach der Zustellung vom Brutreaktor erst eingesetzt, dann den Film 38 Tage exponiert.
Flügelgröße (nach Ris 1909 u. May 1933, 76) beim ♂: Htfl. 35 bis 36 mm, Ptst. 4,0 mm.

werden. Bei der an der Exuvie hängenden oder auf derselben sitzenden juvenilen Imago muß die Entfaltung der Flugwerkzeuge noch vor der Erstarkung des Flügelchitins zum Abschluß gebracht sein. Sie läßt sich nur durch das Hineinpressen von Hämolymphe einerseits in das mit der Leibeshöhle kommunizierende Geäder und andererseits in die sicherlich mit demselben zusammenhängenden intercuticularen Lakunen und wohl gleichzeitig durch Luft in die Flügeltracheen — der Innenraum des dann nicht abgeplatteten, sondern drehrund erscheinenden Abdomens steht unter Druck — bewerkstelligen. Bei der Verletzung der in Ausbreitung befindlichen Flügel kann nicht selten die aus dem Geäder tretende Hämolymphe, dann auch fast regelmäßig ein Kollabieren der Flugwerkzeuge wahrgenommen werden. Hindert man z. B. die apikalen Flügelabschnitte am Ausbreiten oder bleibt letzteres aus einem anderen Grunde aus, so zeigen sich diese unentwickelten Abschnitte nach dem Erstarren des Chitins als abgestorben. In diesen toten Flügelzonen läßt sich dann auf autoradiographischem Wege keine Spur von Hämolymphe (s. Abb. 2, rechter Hinterflügel) nachweisen. Übrigens wird bei der schon beschriebenen Entfaltung der aus den Imaginalscheiden gezogenen „Flügelpakete" ein Aufblähen resp. das Auseinanderweichen der Cuticularmembranen durch die an ihnen sitzenden Epidermisbildungen — und sei es nur partiell — verhindert. Bei den Odonaten scheint es durch die epidermale Verwachsung bzw. Verbindung des Geäders einerseits zur Ausbildung eines äußerst stabilen Flügelskeletts und andererseits gleichzeitig zur Schaffung eines kommunizierenden Röhrennetzwerkes gekommen zu sein.

Auf Grund der Autoradiographierung der Flugwerkzeuge der Libellen (Abb. 1 u. 2)[3]) darf es wohl als evident betrachtet werden, daß einmal die in den Flügel einströmende Hämolymphe nur in den „Venen" der Adern und nicht, wie vereinzelt in der Literatur (z. B. Schmidt 1957, 75) angenommen wird, zwischen den Chitinlamellen der Flügelmaschen zirkuliert. Trotz der Möglichkeit des Verklebens der letzteren kommt es stellenweise zur Ausbildung von mehr oder weniger engen intercuticularen Lakunen, da die Flügel der Odonaten, deren Geäder mitunter in verschiedenen Niveaus liegt, keine planen Flächen aufweisen. Nach Wesenberg-Lund (1943, 57), der sich hierbei auf Lendenfeld (1881) und Groß (1930) beruft, besitzen die Flügelflächen der Libellen eine Knitterstruktur. Zweifellos wird es dadurch erleichtert, daß an den betreffenden Stellen flüssige Anteile der Hämolymphe zwischen die Cuticularmembranen „sickern" können. Es bleibt zu klären, ob die zwischen den cuticularen Lamellen der Flügelzellen auftretenden Infiltrate — ihre Anwesenheit wird in den Abb. 1 und 2 durch die stellenweise von den Flügelmaschen ausgehende Strahlungseinwirkung eindeutig bestätigt — dorthin auf dem Wege einer Diffusion oder aber infolge Durchtritt durch winzige Lücken gelangt sind, welche sich im Chitin des Geäders oder der diese zusammenhaltenden Epidermisbildungen ausgebildet haben. Mit den zwischen die Chitinlamellen tretenden flüssigen Anteilen der Hämolymphe werden dorthin der darin aufgelöste Radioindikator und nicht selten, wie später zu zeigen sein wird, Pigmentstoffe, aber keine Hämocyten

[3]) Über die von mir bei den Libellen angewandte Methodik der Applikation der radioaktiven Na_2SO_4-Lösung, nebst deren Aktivität, ist an anderen Orten (Münchberg 1963, 383; 1964, 635) berichtet worden, so daß hier von einer nochmaligen Beschreibung der angewandten Technik Abstand genommen werden kann.

verfrachtet. Diese müßten, da sie leicht verkleben und dann zwischen den Cuticularmembranen haften bleiben, an den betreffenden Stellen Strahlungshöfe und -flecken auslösen. Selbst bei den in den beiden Abbildungen eine deutliche Strahlungseinwirkung aufweisenden Flügelmaschen — man vergleiche z. B. in der Abb. 1 die mittlere untere Region der beiden linken Flügel und die entsprechende des rechten Vorderflügels — ist noch innerhalb derselben das Netzwerk des Geäders, in dem die Hauptblutmenge mit den Hämocyten zirkuliert, auszumachen. Merkwürdig bleibt, daß der Durchtritt von Bestandteilen der Hämolymphe mit dem in ihr verteilten radioaktiven Nuklid zwischen die Wände der Flügelzellen nicht überall gelingt. Wo dies wirklich der Fall ist, muß es wohl infolge der Morphologie des Flügels zur Ausbildung von „Zwischenräumen" gekommen sein.

An dieser Stelle sei kurz vorweggenommen, daß es sich bei den intercuticularen Pigmentniederschlägen, welche ihren Ausgang von den aus der Hämolymphe herrührenden flüssigen Infiltraten genommen haben, um ausgesprochene „Exsikkate" handelt. Damit ist bereits die Genese der Anlaß zu Flügelverfärbungen gebenden Farbstoff-Absätze angedeutet. Doch ehe wir uns mit denselben befassen, sei hier bei den einheimischen Libellen die Verbreitung der Flügelpigmente und der von denselben ausgelösten Erscheinungen umrissen.

Verbreitung, Sitz und chemische Natur der Flügelpigmente: Hinsichtlich des Zeitpunktes der Ausbildung der Flügelpigmentierungen kann bei den Odonaten zwischen Färbungen der Flugwerkzeuge, die unmittelbar oder wenig Stunden nach ihrem Schlüpfen auftreten, und solchen unterschieden werden, welche sich erst einige Wochen später, ja bei manchen Arten nur bei alten Libellen bemerkbar machen und deswegen als „Altersmarken" betrachtet werden dürfen.

Die Flügel unserer endemischen Odonaten sind, von den Basalregionen und den Pterostigmen grundsätzlich abgesehen, bei der überwiegenden Mehrzahl glasartig hyalin oder farblich ganz schwach und kaum wahrnehmbar „getönt". Bei den Zygopteren bilden die beiden *Agrion*-Arten eine Ausnahme. Bei dem ♂ von *A. virgo* L. sind beide Flügelpaare dunkelbraun koloriert und weisen zu Lebzeiten einen stark bläulichen Metallglanz auf. Aufhellungen zeigen sich an den basalen und apikalen Zonen. Bei dem ♂ von *A. splendens* Harr. ist eine vom Nodus bis in die Pterostigmalregion reichende breite, dunkelbraune, metallisch grünblau schillernde Binde ausgebildet. Auf ihre höchst variable Begrenzung, welche offenbar mit ihrer Genese in Zusammenhang steht, sei hier schon hingewiesen. Die Flugwerkzeuge des ♀ von *A. virgo* sind vollständig trüb graubraun, dagegen die von dem ♀ von *A. splendens* hyalin und von zarter Gelbfärbung beschaffen. Die Flügel der *Lestidae, Platycnemididae* und *Coenagriidae* sind, von den Flügelmalen abgesehen, unpigmentiert.

Unter den einheimischen Anisopteren zeichnen sich besonders die Flügel des ♀ von *Brachytron hafniense* Müll., die der ♂♂ und ♀♀ von *Aeschna grandis* L., dann der ♀♀ von *Epitheca bimaculata* Charp. durch eine diffus gebräunte bis intensiv goldbraune Färbung aus, welche bei dem männlichen Geschlecht von *Somatochlora metallica* v. d. L. merklich abgeschwächt ist. Meist diffuse und wolkenartig, d. h. unterschiedlich verschwommen und bräunlich erscheinende Flügelzeichnungen lassen sich besonders bei adulten Exemplaren von dem ♀ von *Aeschna viridis* Eversm., *Anax imperator* Leach, *A. parthenope*

Selys und dem ♀ von *Orthetrum coerulescens* Fabr. ausmachen. Innerhalb der *Libellulinae* finden sich bei dem ♂ von *Sympetrum flaveolum* L., dann bei beiden Geschlechtern von *S. pedemontanum* Allioni goldbraune Querbinden. Unter den Angehörigen des Genus *Libellula* L. zeigen sich lokal begrenzte, hellgelbe Flügelzeichnungen bei *L. fulva* Müll., welche bei *L. quadrimaculata* L. nebst schwarzen Flecken sich wiederum auf die Flügelbasen beschränkt zeigen. Bei der zuletzt erwähnten Wanderlibelle haben die unterhalb des Pterostigmas auftretenden braunen und wolkenartig ausgebildeten Flecken Anlaß zur Aufstellung der Varietät *praenubila* Newm. gegeben. Mit den sich bei dieser Rasse apikal ausgebildeten und bei zunehmendem Alter intensivierenden Pigmentniederschlägen hat sich variationsstatisch eingehend Schmidt (1957, 73 f) befaßt. Auf seine Ausführungen, die einige Unrichtigkeiten enthalten, wird weiter unten zurückgekommen werden.

Schon Tillyard (1917; Becker 1941 b, 588) hat bei den Libellenpigmenten den Cuticularfarbstoffen, welche sich bei Sammelstücken durch Permanenz auszeichnen, einmal die in den subkutikulären Geweben ihren Sitz habenden Hypodermispigmente und sodann die durchweg erst an ausgereiften Individuen auftretenden wachsartigen Bereifungspigmente — ich möchte letztere als „Exsudationen" des Chitininteguments bezeichnen — gegenübergestellt. Die Flügelpigmente der Odonaten, welche bei den zeichnungslosen Formen hauptsächlich in dem Geäder, bei den übrigen Arten außerdem noch in den Intercuticularräumen der Flügelzellen ihren Ort haben, lassen sich hinsichtlich der Stelle ihrer Ausbildung auf keine dieser Gruppen zurückführen. Es ist schon weiter oben angedeutet worden, daß

Abb. 2: Das Negativ einer Autoradiographie des Flügelsatzes eines juvenilen ♂ von *Sympetrum fonscolombei* Selys. Das radioaktive Nuklid am 30. Tage nach Erhalt eingesetzt und 36 Tage den Film exponiert. Betreffs Aktivität u. Injektatmenge s. Angaben bei der Abb. 1.
Flügelgröße (nach Ris 1909 u. May 1933, 79) beim ♂: Htfl. 29 mm, Ptst. 3,0 mm.

entgegen Schmidt (1957, 75) die Flügelpigmente der Libellen ihren Sitz nicht in den Cuticularmembranen — wie die Dinge da bei dem mehr oder weniger stark pigmentierten Chitin des Geäders liegen, muß noch an dieser Stelle offen gelassen werden — haben, sondern zwischen den Chitinlamellen resp. in den unterschiedlich ausgebildeten intercuticulären Spalten. Wenn wir uns z. B. bei dem ♂ von *A. splendens* die dunklen Querbinden oder bei dem gleichen Geschlecht von *A. virgo* die fast vollständig dunkelbraun gehaltenen Flugwerkzeuge bei stärkerer Vergrößerung ansehen, so fallen die in den Flügelmaschen nicht homogen, sondern wolkenartig, d. h. verwaschen und verschwommen fleckenartig verteilten Farbstoff-Niederschläge auf. Innerhalb dieser Flügelzeichnungen bei *A. virgo* und *splendens* zeigt sich die Pigmentierung zentral in den Flügelzellen deutlicher und nimmt in Richtung auf die begrenzenden Adern ab. Dieser Eindruck verstärkt sich, wenn man die Flügel gegen das Licht hält. Durch die schwachen, erst bei mikroskopischer Betrachtung wahrzunehmenden Aufhellungen, welche sich besonders in der Nähe der die Maschen umsäumenden Adern bemerkbar machen, wird der Eindruck des fleckenartig abgelagerten Farbstoffes noch verstärkt. Bei beiden *Agrion*-Arten lassen sich an den Adern innerhalb der Flügelzeichnungen einerseits feine helle Säume und andererseits in den Aufhellungszonen — hier allerdings meist erst bei einer stärkeren Vergrößerung — unregelmäßig verteilte bräunliche Flecken wahrnehmen. Da diese Flecken bzw. „Farbstoffinseln" — sie zeigen sich besonders deutlich an den Übergangszonen zwischen den kolorierten und unpigmentierten Flügelabschnitten — nicht selten an dem Geäder aufgereiht erscheinen, entsteht der Eindruck, als wenn umgekehrt innerhalb der hyalin glasartig beschaffenen Regionen der Flugwerkzeuge die Flügelrippen von dunklen Säumen eingefaßt sind. Diese Beobachtungstatsachen können doch meines Erachtens nur so gedeutet werden, daß die intercuticulären Farbstoff-Niederschläge ihren Ausgang von der in dem Geäder zirkulierenden und das Pigment führenden Hämolymphe genommen haben. Die Ausbildung oder Nichtausbildung der Flügelzeichnungen ist demnach in erster Linie von der Beschaffenheit des Geäders und damit natürlich morphologisch vom Bau der Flügel abhängig. An den Stellen mit Flügelpigmentierungen müssen an dem Geäder „Durchtrittsstellen" existieren, so daß an diesen Punkten mit der durchsickernden Hämolymphe das Pigment zwischen die Cuticularmembranen gelangt. In den Flügelmaschen kommt es dann durch eine allmähliche Exsikkation der flüssigen Anteile durch die Chitinlamellen zu einer Kumulation des Farbstoffes, welche in den Zellen zentral beginnt und in Richtung auf die umrandenden Adern fortschreitet. Letztere werden aber wegen des ständigen „Nachschubes" nie ganz erreicht. Dagegen sind innerhalb der durchsichtig hyalin und zeichnungslos beschaffenen Flügelabschnitte die Flügelmaschen gegen das sie umgrenzende Geäder mehr oder weniger gut abgeriegelt. Die an diesen Stellen vereinzelt und schwach ausgebildeten bräunlichen Flecken, welche nicht selten die Rippen fein dunkel einfassen, verraten aber, daß dieser Abschluß kein hermetischer ist. Dadurch wird auch der weiter vorn für diese intercuticularen Pigmentniederschläge oder Infiltrate schon gebrauchte Ausdruck Exsikkate verständlich. Für die Richtigkeit der Genese der Flügelpigmentierungen — die bei den einheimischen *Agrion*-Arten ausgebildeten Verhältnisse lassen sich als Paradigma auch bei anderen Odonatenarten mit entsprechenden Zeichnungselementen gebrauchen — sprechen noch folgende Um-

stände. Einmal zeigt sich sowohl die Begrenzung der Flügelbinden als auch die Ausbildung der Aufhellungszonen höchst variabel. Dann machen sich hinsichtlich der Stärke ihrer Ausbildung erhebliche individuelle Schwankungen bemerkbar. Schließlich läßt sich bei einem Vergleich der Flügelfärbungen von juvenilen Stücken mit denen von adulten eine zunehmende Intensivierung derselben konstatieren.

Bei den Odonaten mit ursprünglich ausgebildeten Flügelzeichnungen sind die sie auslösenden Pigmente gleich mit den flüssigen Anteilen der Hämolymphe intercuticular in die sich ausbreitenden Flugwerkzeuge gelangt. Nach Abschluß der Flügelexpansion ist es dann infolge Nachlassen des Druckes und konform infolge Abnahme der Hämolymphe einerseits durch Austrocknung der Flugwerkzeuge und durch das Nachsickern von weiteren pigmentführenden Lymphanteilen aus dem Geäder, andererseits in den intercuticularen Lücken zu einer Verstärkung der dort angereicherten Farbstoffniederschläge gekommen.

Was nun die bei ausgefärbten (adulten) Libellen oder gar erst bei alten Individuen sich ausbildenden Flügelverdunkelungen und -verfärbungen anbelangt, so können die sie hervorrufenden Pigmentanteile sich auch nur aus der Hämolymphe an den betreffenden Stellen niedergeschlagen haben. Über solche Ausfärbungszeichnungen der Flügel von *L. quadrimaculata* verdanken wir eingehende Studien Schmidt (1957, 73 f). Er hat die bei der Wanderlibelle in den äußersten Flügelspitzen und unterhalb der Flügelmale auftretenden „Schwärzungen", welche sich außerdem noch am Nodus ausbilden und Anlaß zur Aufstellung der Varietät *praenubila* gaben, bei einem umfangreichen Material von den verschiedensten Plätzen Eurasiens vergleichend untersucht. Die Vorstellungen, welche Schmidt über den Entstehungsmodus dieser Farbstoffabsätze entwickelt hat, decken sich insofern mit den von mir bei den *Agrion*-Arten gemachten Angaben, als daß diese Pigmentniederschläge ihren Ausgang von der in den Flugwerkzeugen zirkulierenden Hämolymphe genommen haben. Wenn aber der genannte Autor schreibt, daß die in den Flügeln längs den Adern fließende Leibeshöhlenflüssigkeit auch zwischen den Chitinlamellen der Flügelmaschen — wenn auch sehr langsam — zirkuliert, und es dort infolge der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeit zu einem Absetzen des Pigmentes kommt, so ist ihm nicht beizupflichten. An anderer Stelle (l. c., 75) wird von Schmidt auch fälschlich das Flügelchitin als der Sitz des Farbstoffes bezeichnet. Doch hiervon abgesehen, werden die von dem Verfasser über die „intercuticulare Kumulation" der Flügelpigmente bei den *Agrion*-Arten gemachten Ausführungen im großen und ganzen von Schmidt bei *L. quadrimaculata var. praenubila* bestätigt. Die „Sedimentation" resp. der Niederschlag des Pigmentes in den betreffenden Flügelzellen beginnt auch nach ihm bei juvenilen Stücken der Rasse *praenubila* zentral, dehnt sich dann über die betreffenden Maschen bis zu den diese umsäumenden Adern aus. Bei anderen Individuen zeigen sich Farbstoffabsätze nur als dunkle Säume an dem Geäder, während das Innere der Zellen hyalin bleibt. Ich brauche wohl nicht hierauf weiter einzugehen, da ja die Ursachen für den unterschiedlichen Pigmentniederschlag von mir bereits aufgezeigt worden sind. Höchst interessant aber ist der Nachweis von Schmidt, daß die Farbstoffabsätze in den distalen Flügelzonen und am Nodus bei *praenubila* im Norden Europas geringer als im Süden sind. Durch diese Feststellung von Schmidt wird voll bestätigt, daß zwischen den intercuticularen Pigmentbildungen einer-

seits und der durch die Chitinmembranen andererseits erfolgenden Exsikkation ein Zusammenhang besteht. Es versteht sich, daß die Bildung dieser „pigmentierten Exsikkate“ in südlichen Regionen infolge der dort höheren Sommerwärme eine stärkere sein muß. Wenn Schmidt es noch offen lassen muß, ob es sich bei den Farbstoffniederschlägen bei *praenubila* um bloße Alterspigmente oder aber um solche handelt, welche durch Insolationswirkung begünstigt worden sind, so darf jetzt von mir eine Einschränkung zugunsten der zuletzt von ihm ausgesprochenen Vermutung vorgenommen werden.

Was noch zu guter Letzt die Chemie der Flügelpigmente der Odonaten angeht, so gehören nach den Untersuchungen von Becker (1941 a, 238; 1941, 595) bei den Libellen alle braunen bis roten Pigmente als Ommatine zu den Ommochromen. Die unterschiedlich intensiv bräunlich bis goldgelb ausgebildete Kolorierung der Libellenflügel scheint eine Folge der differentiellen Konzentrierung zu sein. Bei den von Becker nach den Ommatidien des Insektenauges benannten Naturfarbstoffen handelt es sich um Endprodukte des Tryptophanstoffwechsels, welche nach Butenandt und Mitarbeiter (1954, 218) generell bei Arthropoden aus den Augen, der Epidermis, des Integuments und auch aus den Flügeln bekannt geworden sind. Dagegen muß hier noch die chemische Natur des dunkelbraunen bis dunkelschwarzblauen Farbstoffes in den Flügeln von *A. virgo* und in den Flügelbinden des *splendens*-♂ offen gelassen werden. Becker konnte zwar bei anderen Odonaten bei dem in der Cuticula gebundenen schwarzen oder dunkelschwarzblauen Pigment auf Grund dessen Unlöslichkeit in bestimmten organischen Solventien, dann in schwachen Mineralsäuren und Alkalien, schließlich wegen seines Verhaltens gegenüber von Oxydations- und Reduktionsmitteln dessen Melanincharakter nachweisen. Ob seine Feststellungen sich auf die äußerlich das gleiche Kolorit aufweisenden Flügelfarbstoffe der *Agrion*-Arten ausdehnen lassen, muß kommenden Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Abschließend bleibe ich für briefliche Informationen den Herren Professor Dr. Manfred Lüdicke vom Zoologischen Institut in Heidelberg und ganz besonders Professor Dr. W. Kloft und Dr. Kunkel vom Institut für angewandte Zoologie in Würzburg zu Dank verpflichtet. Dank schulde ich auch für die Überlassung von Literatur Herrn Professor Dr. Dr. A. Butenandt-München.

Literatur

Becker, E.: Die Pigmente der *Ommin*- und *Ommatin*-Gruppe, eine neue Klasse von Naturfarbstoffen. — Naturwiss. **29** (1941 a), 237—238.

— — : Ein Beitrag zur Kenntnis der Libellenpigmente. — Biol. Zentralblatt. **61** (1941 b), 588—602.

— — : Über Eigenschaften, Verbreitung und die genetisch-entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der Pigmente der *Ommatin*- und *Ommin*gruppe *(Ommochrome)* bei den *Arthropoden*. — Zeitschrift f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. **80** (1942), 157—204.

Butenandt, A., Schiedt, U., Biekert, E., u. Kornmann, P.: Über *Ommochrome*, I. Mitt.-Ann. d. Chemie. 586 (1954), 3, 217—228.

Butenandt, A., Biekert, E., u. Linzen, B.: Über *Ommochrome*, XIV. Zur Vererbung der *Ommine* i. Tierreich. — Hoppe-Seylers Zeitschrift f. physiologische Chemie. **313** (1958), 251—258.

Butenandt, A., Biekert, E., Kübler, H., u. Linzen, B.: Über *Ommochrome*, XX. Zur Verbreitung der *Ommine* im Tierreich. Ebenda. **319** (1960), 238—256.

Eidmann, H.: Lehrbuch der Entomologie. Berlin 1941.

Münchberg, P.: Zur Durchblutung der Libellenflügel und ihrer Eignung als Substrat von parasitischen *Arrenurus*-Larven *(Acari, Hydrachnellae)* und parasitären *Heleiden (Diptera, Nematocera)*. — Zeitschrift für Parasitenkunde. **22** (1963), 375—388.

— — : Zur Demonstration der Durchblutungsverhältnisse der Libellenflügel durch Injektionen von Lösungen von $Na_2{}^{35}SO_4$ und $Na_2H^{32}PO_4$. Zeitschrift für Naturforschung. **19 b** (1964), 634—640.

Schmidt, E.: Ist unser Vierfleck (*Libellula quadrimaculata* Linné 1776) eine homogene Art? *(Odonata)*. — Entomolog. Zeitschrift. **67** (1957), 73—91.

Tillyard, R. J.: The Biology of Dragonflies. Cambridge University Press, Zool. Ser. 1917 (396 S.).

Weber, H.: Lehrbuch der Entomologie. Jena 1933 (726 S.).

— — : Grundriß der Insektenkunde. 3. Aufl. Stuttgart 1954.

Wesenberg-Lund, C.: Die Biologie der Süßwasserinsekten. Berlin-Wien 1943 (*Odonata*, S. 51—105).

Wigglesworth, V. B.: The Principles of Insect Physiology. London 1953; deutsche Übersetzung von M. Lüscher, Basel 1959.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Paul Münchberg,
477 Soest/W.,
Windmühlenweg 93.